

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   7 月 1 6 日  
Date of Application:

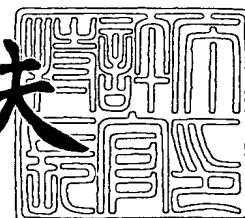
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 2 7 5 3 3 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 2 7 5 3 3 0 ]

出   願   人            松 下 電 器 産 業 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年   2 月 2 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号   出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 4 6 4 5

【書類名】 特許願  
【整理番号】 2033750123  
【提出日】 平成15年 7月16日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F28D 20/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 寺島 徹生  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 鈴木 基啓  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100092794  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 松田 正道  
    【電話番号】 06-6397-2840  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 009896  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9006027

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項 1】

吸熱反応と発熱反応の可逆反応を生じる可逆反応性媒体を加熱し、前記可逆反応性媒体に吸熱反応を生じさせる吸熱反応部と、

前記吸熱反応で生じた反応生成物に発熱反応を生じさせる発熱反応部とを備えた蓄熱装置において、

前記可逆反応性媒体は、前記吸熱反応時に水素の反応生成物と他の反応生成物を生じ、

前記発熱反応部は、内部を被加熱用流体が流通する被加熱用流体流路の一部が配置され、触媒を有するアノード側電極および触媒を有するカソード側電極が固体電解質膜の両側に配置された電極部と、前記アノード側電極および前記カソード側電極に接続された電気取り出し用端子とを有し、

前記アノード側電極に前記水素を供給し、前記カソード側電極に前記他の反応生成物を供給することで、水素イオンが前記固体電解質膜内を通過して前記カソード側電極に移動し、前記電気取り出し用端子に電気を発生させるとともに、前記カソード側電極で前記可逆反応性媒体が生成される際に発生する熱によって前記被加熱用流体を加熱する、蓄熱装置。

## 【請求項 2】

さらに、複数の反応生成物用貯蔵部を備え、

前記吸熱反応で生じた前記水素と前記他の反応生成物を、種類ごとに異なる前記反応生成物用貯蔵部に貯蔵する、請求項 1 に記載の蓄熱装置。

## 【請求項 3】

さらに、前記電気取り出し用端子に接続され、電気を蓄電する蓄電手段を備え、

前記蓄電手段は、前記吸熱反応部に電気を供給し、前記吸熱反応を促進させる、請求項 1 または 2 に記載の蓄熱装置。

## 【請求項 4】

さらに、前記吸熱反応部に電気を供給し、前記吸熱反応を促進させる補助エネルギー供給部を備え、

前記吸熱反応を生じさせる際に、前記蓄電手段は、前記補助エネルギー供給部に電気を供給する、請求項 3 に記載の蓄熱装置。

## 【請求項 5】

さらに、前記吸熱反応部を加熱する吸熱反応部加熱手段を備え、

前記吸熱反応を生じさせる際に、前記蓄電手段は、前記吸熱反応部加熱手段に電気を供給して前記吸熱反応部を加熱させる、請求項 3 または 4 に記載の蓄熱装置。

## 【請求項 6】

さらに、前記吸熱反応部にその一部が配置され、その内部を流通する加熱用流体によって前記吸熱反応部を加熱する加熱用流体流路と、

前記可逆反応性媒体を、貯蔵し、前記吸熱反応部に供給する反応性媒体用貯蔵部とを備え、

前記加熱用流体流路は、前記吸熱反応部よりも上流側で前記反応性媒体用貯蔵部に接し、前記反応性媒体用貯蔵部を加熱する、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の蓄熱装置。

## 【請求項 7】

前記反応性媒体用貯蔵部と前記複数の反応生成物用貯蔵部の少なくともいずれかは、外部と断熱されている、請求項 6 に記載の蓄熱装置。

## 【請求項 8】

さらに、少なくともいずれかの前記反応生成物用貯蔵部と吸熱反応部との間、または少なくともいずれかの前記反応生成物用貯蔵部に、熱交換器を備え、

前記熱交換器は、前記反応生成物の熱を回収して前記反応生成物を冷却し、回収した前記熱で前記反応性媒体用貯蔵部から前記吸熱反応部に供給される前記可逆性反応媒体を加熱する、請求項 6 または 7 に記載の蓄熱装置。

## 【請求項 9】

さらに、前記電気取り出し用端子に接続され、前記被加熱用流体流路に熱的に接するよう配置されている電熱変換手段を備え、

前記電熱変換手段は、前記発熱反応を生ずる際に発生する電気を温熱に変換し、前記被加熱用流体流路を加熱する、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の蓄熱装置。

【請求項 10】

さらに、前記電気取り出し用端子に接続され、少なくともいずれかの前記反応生成物用貯蔵部と熱的に接するように配置されている電熱変換手段を備え、

前記電熱変換手段は、前記発熱反応を生ずる際に発生する電気を温熱に変換し、前記反応生成物用貯蔵部を加熱する、請求項 2 乃至 8 のいずれかに記載の蓄熱装置。

【請求項 11】

前記吸熱反応部と前記発熱反応部は同一の反応部であり、

前記反応部の有する電極部が、吸熱反応を生じさせる際には前記補助エネルギー供給部に、発熱反応を生じさせる際には電気取り出し用端子に、それぞれ接続されるように切り替える切替手段を有する、請求項 4 乃至 10 のいずれかに記載の蓄熱装置。

【請求項 12】

前記反応部において、前記被加熱用流体流路は、前記加熱用流体流路よりも前記電極部に近い側に配置されている、請求項 11 に記載の蓄熱装置。

【請求項 13】

さらに、前記加熱用流体流路の内部を流通する前記加熱用流体の流れを実質的に停止させる第一の制御弁と、

前記被加熱用流体流路の内部を流通する前記被加熱用流体の流れを実質的に停止させる第二の制御弁とを備え、

前記反応部が前記吸熱反応を生じさせる際には、前記被加熱用流体の流れを実質的に停止させ、前記反応部が前記発熱反応を生じさせる際には、前記加熱用流体の流れを実質的に停止させる、請求項 11 または 12 に記載の蓄熱装置。

【請求項 14】

前記加熱用流体流路と前記被加熱用流体流路は同一の流路であり、

前記加熱用流体と前記被加熱用流体は同一の媒体である、請求項 11 に記載の蓄熱装置。

【請求項 15】

請求項 9 乃至 11 のいずれかに記載の蓄熱装置を備え、

前記電熱変換手段は、前記発熱反応を生じさせる際に発生する電気を冷熱に変換する、熱源システム。

【請求項 16】

前記電熱変換手段はヒートポンプであり、

さらに、冷熱を貯蔵する冷熱貯蔵部を備え、

前記ヒートポンプは、前記発熱反応を生じさせる際に発生する電気から温熱および冷熱を生成し、前記温熱によって前記被加熱用流体流路および／または前記反応生成物用貯蔵部を加熱すると共に、前記冷熱を前記冷熱貯蔵部に貯蔵する、請求項 15 に記載の熱源システム。

【請求項 17】

吸熱反応時に水素の反応生成物と他の反応生成物を生じ、かつ前記吸熱反応と発熱反応の可逆反応を生じる、可逆反応性媒体を加熱して、前記吸熱反応を生じさせる吸熱反応ステップと、

前記吸熱反応で生じた前記水素の反応生成物と前記他の反応生成物に発熱反応を生じさせる発熱反応ステップとを備えた蓄熱方法であって、

前記発熱反応ステップは、触媒を有するアノード側電極および触媒を有するカソード側電極が固体電解質膜の両側に配置された電極部を備えた発熱反応部の、前記アノード側電極に前記水素を供給し、前記カソード側電極に前記他の反応生成物を供給することによって、水素イオンが前記固体電解質膜内を通過して前記カソード側電極に移動し、前記アノ-

ド側電極と前記カソード側電極の間に電気を発生させるとともに、前記カソード側電極で前記可逆反応性媒体が生成される際に熱を発生させる、蓄熱方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】蓄熱装置、蓄熱方法および熱源システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄熱装置、蓄熱方法およびそれを用いた熱源システムに関するものである。例えば、給湯、冷暖房、加熱などの用途に用いられる蓄熱装置、蓄熱方法および熱源システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の蓄熱装置は、例えば、電気温水器や圧縮式ヒートポンプ給湯機に付属する貯湯ユニットに見られる水の顕熱を利用したもの、蓄熱式ファンヒータに用いられるレンガのような固体の顕熱を利用したもの、および物質の相変化を利用した潜熱を利用したものが用いられ、一部既に実用化されている（例えば、非特許文献1、非特許文献2参照）。

【0003】

一方、実質的に可逆的な化学反応系の媒体を用いた化学蓄熱は、反応熱を用いるために、上記の顕熱や潜熱を用いた蓄熱方法と比較して数倍～10倍程度のより大きな蓄熱密度を得ることができる（例えば、特許文献1、特許文献2、非特許文献2参照）。

【0004】

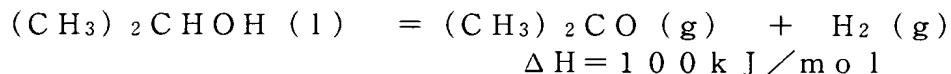
例えば、高い蓄熱密度を有する有機化学反応を用いた化学蓄熱方法には、化1に示すような2-プロパノールの脱水素反応を用いたものがある。ここで、 $\Delta H$ は、エンタルピーの変化量である。

【0005】

2-プロパノール／アセトン・水素系の可逆反応は、化1の右向きの吸熱反応を用いて、これらの生成物を貯蔵することで蓄熱を行うことができる。

【0006】

(化1)



(ここで、(l)は液体状態、(g)は気体状態であることを示す)

化1によれば、顕熱蓄熱の代表例である水で4.2 kJ/kg、潜熱蓄熱の代表例である硫酸ナトリウム10水和物で251 kJ/kgに対し、化学蓄熱では1666 kJ/kgの蓄熱量となる。

【0007】

図1は、2-プロパノール／アセトン・水素反応の $\Delta H$ 、 $T\Delta S$ 、 $\Delta G$ の温度依存性を示した図である。数1の熱力学関係式において、化1で示される反応では、150℃程度で $\Delta G = 0$ になる。すなわち吸熱反応は150℃以下では平衡上進行せず、150℃以上の温度となって吸熱反応が進行する。一般的には、この系に沸騰還流条件を課して反応生成物を分離することによって平衡を移動させることで、70～80℃程度で吸熱反応を生じさせている。

【0008】

(数1)

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

T: 蓄熱温度

$\Delta S$ : エントロピーの変化量

$\Delta G$ : 自由エネルギーの変化量

【特許文献1】特開平5-172481号公報

【特許文献2】特開平5-118593号公報

【非特許文献1】(社)化学工学会編、「蓄熱技術—理論とその応用 第I編」、信山社サイテック、平成8年10月10日

【非特許文献2】(社)化学工学会編、「蓄熱技術—理論とその応用 第II編」、信

山社サイテック、平成13年8月30日

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、電気温水器や、圧縮式ヒートポンプ給湯装置に用いられる貯湯タンクは、集合住宅や都市部の住宅事情を鑑みると、その貯湯タンクの設置スペースが大きな普及阻害の要因となっており、さらなる蓄熱槽のコンパクト化が求められている。

【0010】

従来、より高い密度で熱エネルギーを貯蔵することができる化学蓄熱方法として、無機化学反応や、水素吸蔵合金を用いた系が知られている。しかし、貯湯タンクのような100℃以下の低温熱を効率的に貯蔵する必要のある用途にこれらの化学蓄熱法を適用しようとした場合、十分に高い蓄熱密度を得ることができなかった。

【0011】

一方、例えば、化1で示す有機反応を用いた場合には比較的大きな吸熱量を得ることが出来、水素やアセトンなどを貯蔵することで高い蓄熱密度が得られる。しかし、家庭用温熱貯蔵には、70℃以下というできるだけ低い熱量を貯蔵する必要がある、上記の化1を例とする化学反応を用いてこのような低い温度レベルの熱を有効に吸熱し、貯蔵することは困難であった。つまり、家庭用給湯レベルの温熱を高い密度で貯蔵するためには、さらに低温で反応を進行させることが必要であった。

【0012】

電気エネルギー等の補助エネルギーを付与することにより、上記吸熱反応をさらに低温で進行させることが可能となるが、さらに蓄熱装置で発生するエネルギーをより有効に利用することが望まれている。

【0013】

本発明は、上記蓄熱方法の課題を鑑み、家庭用給湯レベルの温熱を高い密度で貯蔵できる化学蓄熱方法を用い、放熱時に発生する電気を有効に利用できる蓄熱装置、蓄熱方法および熱源システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上述した課題を解決するために、第1の本発明は、吸熱反応と発熱反応の可逆反応を生じる可逆反応性媒体を加熱し、前記可逆反応性媒体に吸熱反応を生じさせる吸熱反応部と、

前記吸熱反応で生じた反応生成物に発熱反応を生じさせる発熱反応部とを備えた蓄熱装置において、

前記可逆反応性媒体は、前記吸熱反応時に水素の反応生成物と他の反応生成物を生じ、

前記発熱反応部は、内部を被加熱用流体が流通する被加熱用流体流路の一部が配置され、触媒を有するアノード側電極および触媒を有するカソード側電極が固体電解質膜の両側に配置された電極部と、前記アノード側電極および前記カソード側電極に接続された電気取り出し用端子とを有し、

前記アノード側電極に前記水素を供給し、前記カソード側電極に前記他の反応生成物を供給することで、水素イオンが前記固体電解質膜内を通過して前記カソード側電極に移動し、前記電気取り出し用端子に電気を発生させるとともに、前記カソード側電極で前記可逆反応性媒体が生成される際に発生する熱によって前記被加熱用流体を加熱する、蓄熱装置である。

【0015】

第2の本発明は、

さらに、複数の反応生成物用貯蔵部を備え、

前記吸熱反応で生じた前記水素と前記他の反応生成物を、種類ごとに異なる前記反応生成物用貯蔵部に貯蔵する、第1の本発明の蓄熱装置である。

【0016】

第 3 の本発明は、  
さらに、前記電気取り出し用端子に接続され、電気を蓄電する蓄電手段を備え、  
前記蓄電手段は、前記吸熱反応部に電気を供給し、前記吸熱反応を促進させる、  
第 1 または第 2 の本発明の蓄熱装置である。

【 0 0 1 7 】

第 4 の本発明は、  
さらに、前記吸熱反応部に電気を供給し、前記吸熱反応を促進させる補助エネルギー供給部を備え、  
前記吸熱反応を生じさせる際に、前記蓄電手段は、前記補助エネルギー供給部に電気を供給する、第 3 の本発明の蓄熱装置である。

【 0 0 1 8 】

第 5 の本発明は、  
さらに、前記吸熱反応部を加熱する吸熱反応部加熱手段を備え、  
前記吸熱反応を生じさせる際に、前記蓄電手段は、前記吸熱反応部加熱手段に電気を供給して前記吸熱反応部を加熱させる、第 3 または第 4 の本発明の蓄熱装置である。

【 0 0 1 9 】

第 6 の本発明は、  
さらに、前記吸熱反応部にその一部が配置され、その内部を流通する加熱用流体によって前記吸熱反応部を加熱する加熱用流体流路と、  
前記可逆反応性媒体を、貯蔵し、前記吸熱反応部に供給する反応性媒体用貯蔵部とを備え、  
前記加熱用流体流路は、前記吸熱反応部よりも上流側で前記反応性媒体用貯蔵部に接し、前記反応性媒体用貯蔵部を加熱する、第 1 乃至第 5 のいずれかの本発明の蓄熱装置である。

【 0 0 2 0 】

第 7 の本発明は、  
前記反応性媒体用貯蔵部と前記複数の反応生成物用貯蔵部の少なくともいずれかは、外部と断熱されている、第 6 の本発明の蓄熱装置である。

【 0 0 2 1 】

第 8 の本発明は、  
さらに、少なくともいずれかの前記反応生成物用貯蔵部と吸熱反応部との間、または少なくともいずれかの前記反応生成物用貯蔵部に、熱交換器を備え、  
前記熱交換器は、前記反応生成物の熱を回収して前記反応生成物を冷却し、回収した前記熱で前記反応性媒体用貯蔵部から前記吸熱反応部に供給される前記可逆性反応媒体を加熱する、第 6 または第 7 の本発明の蓄熱装置である。

【 0 0 2 2 】

第 9 の本発明は、  
さらに、前記電気取り出し用端子に接続され、前記被加熱用流体流路に熱的に接するように配置されている電熱変換手段を備え、  
前記電熱変換手段は、前記発熱反応を生ずる際に発生する電気を温熱に変換し、前記被加熱用流体流路を加熱する、第 1 乃至第 8 のいずれかの本発明の蓄熱装置である。

【 0 0 2 3 】

第 1 0 の本発明は、  
さらに、前記電気取り出し用端子に接続され、少なくともいずれかの前記反応生成物用貯蔵部と熱的に接するように配置されている電熱変換手段を備え、  
前記電熱変換手段は、前記発熱反応を生ずる際に発生する電気を温熱に変換し、前記反応生成物用貯蔵部を加熱する、第 2 乃至第 8 のいずれかの本発明の蓄熱装置である。

【 0 0 2 4 】

第 1 1 の本発明は、  
前記吸熱反応部と前記発熱反応部は同一の反応部であり、



前記反応部の有する電極部が、吸熱反応を生じさせる際には前記補助エネルギー供給部に、発熱反応を生じさせる際には電気取り出し用端子に、それぞれ接続されるように切り替える切替手段を有する、第4乃至第10のいずれかの本発明の蓄熱装置である。

【0025】

第12の本発明は、

前記反応部において、前記被加熱用流体流路は、前記加熱用流体流路よりも前記電極部に近い側に配置されている、第11の本発明の蓄熱装置である。

【0026】

第13の本発明は、

さらに、前記加熱用流体流路の内部を流通する前記加熱用流体の流れを実質的に停止させる第一の制御弁と、

前記被加熱用流体流路の内部を流通する前記被加熱用流体の流れを実質的に停止させる第二の制御弁とを備え、

前記反応部が前記吸熱反応を生じさせる際には、前記被加熱用流体の流れを実質的に停止させ、前記反応部が前記発熱反応を生じさせる際には、前記加熱用流体の流れを実質的に停止させる、第11または第12の本発明の蓄熱装置である。

【0027】

第14の本発明は、

前記加熱用流体流路と前記被加熱用流体流路は同一の流路であり、

前記加熱用流体と前記被加熱用流体は同一の媒体である、第11の本発明の蓄熱装置である。

【0028】

第15の本発明は、

第9乃至第11のいずれかの本発明の蓄熱装置を備え、

前記電熱変換手段は、前記発熱反応を生じさせる際に発生する電気を冷熱に変換する、熱源システムである。

【0029】

第16の本発明は、

前記電熱変換手段はヒートポンプであり、

さらに、冷熱を貯蔵する冷熱貯蔵部を備え、

前記ヒートポンプは、前記発熱反応を生じさせる際に発生する電気から温熱および冷熱を生成し、前記温熱によって前記被加熱用流体流路および／または前記反応生成物用貯蔵部を加熱すると共に、前記冷熱を前記冷熱貯蔵部に貯蔵する、第15の本発明の熱源システムである。

【0030】

第17の本発明は、

吸熱反応時に水素の反応生成物と他の反応生成物を生じ、かつ前記吸熱反応と発熱反応の可逆反応を生じる、可逆反応性媒体を加熱して、前記吸熱反応を生じさせる吸熱反応ステップと、

前記吸熱反応で生じた前記水素の反応生成物と前記他の反応生成物に発熱反応を生じさせる発熱反応ステップとを備えた蓄熱方法であって、

前記発熱反応ステップは、触媒を有するアノード側電極および触媒を有するカソード側電極が固体電解質膜の両側に配置された電極部を備えた発熱反応部の、前記アノード側電極に前記水素を供給し、前記カソード側電極に前記他の反応生成物を供給することによって、水素イオンが前記固体電解質膜内を通過して前記カソード側電極に移動し、前記アノード側電極と前記カソード側電極の間に電気を発生させるとともに、前記カソード側電極で前記可逆反応性媒体が生成される際に熱を発生させる、蓄熱方法である。

【0031】

以下に、本発明の化学蓄熱方法を利用した蓄熱装置と、それを用いた熱源システムについての原理的な内容について説明する。

## 【0032】

本発明の蓄熱装置は、可逆的な化学反応に伴う吸熱・発熱作用を用いた化学蓄熱をより低温で利用することを目的としたものであり、化1の $\Delta G$ 分として電気（電位）などの補助エネルギーを加えることにより、低温で熱力学的に困難な吸熱反応を十分な速度で進行させることが可能となり、比較的高い蓄熱密度と速度で蓄熱を行うようになっている。

## 【0033】

ここで、補助エネルギーに電気などのインフラを用いてヒートポンプなどの熱量を貯蔵する場合には、トータルとしてのヒートポンプの成績係数をできるだけ低下させないようにするために、補助エネルギーの使用量は小さいほど好ましい。したがって、目的とする蓄熱温度 $T$ において、 $\Delta H > 0$ （吸熱反応）となる条件下で吸熱反応 $T\Delta S$ より $\Delta G$ が小さい反応系である必要がある。また、熱の取り出しに際し、逆反応（発熱反応）を容易に生じさせるには、 $\Delta G \geq 0$ であることが望ましい。なお、ここで蓄熱温度 $T$ は概ね室温～100℃程度の家庭温水レベルを意図したものであり、室温までの熱を貯蔵することが好ましいが、勿論この温度以下、あるいはこの温度以上で用いることも可能である。

## 【0034】

そして本発明では、発熱反応時に、電極部を介して発熱反応を行わせることで、発電することを可能としている。本発明では、ここでの発電分の電気を蓄電し、再度吸熱反応部の電氣的または熱的な入力に用いるか、あるいは別途設けられた電熱変換手段を用いて熱エネルギーに変換することで、発熱時に蓄熱分と合わせて利用するか、あるいは冷暖房や加熱のための熱源として有効に活用することで、利用勝手を含めた蓄熱効率を高めることを特徴としている。また、発電分の電気を利用して上記電熱変換手段を用いて冷熱に変換することも可能で、例として、冷蔵庫やベース空調のような形として家庭の熱需要割合に見合った形で熱を供給することも可能になる。また、上記電熱変換手段にヒートポンプを用いることで、温熱、冷熱両方を取り出し、需要に応じて使い分けることも可能である。

## 【0035】

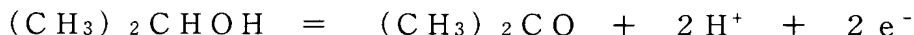
水の電気分解で水素と酸素を生成する反応における $\Delta H$ 、 $T\Delta S$ 、 $\Delta G$ の温度依存性を図2に示す。この場合は、0～500℃の範囲で $\Delta G$ が $T\Delta S$ よりも大きく、電氣的な入力が大部分となるため、温熱を貯蔵することを目的とする蓄熱装置には不向きである。すなわち、多量の電気を蓄熱に必要としてしまい、コスト高になる問題がある。また、放熱時に発生する電気を貯蔵する場合も、別途大きな蓄電設備が必要になる。

## 【0036】

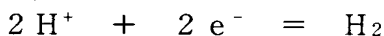
化1の反応を電解によって進行させる場合は、補助エネルギーとして電気を供給し、電極および電解質で構成された吸熱反応部に部分的に $\Delta G$ 分の電位を加えることで、流体流路からの熱で開始した反応を促進させることができる。例えば、数1は電極反応にすれば、アノード側で化2、カソード側で化3となる。

## 【0037】

(化2)



(化3)



放熱時には、この逆反応を生じさせることによって、 $\Delta G$ 分から熱への変化分を引いた量の発電を行うことが可能となる。

## 【0038】

上記の電極反応に用いる電解質には固体電解質が適している。目的とする使用温度帯が低いため、酸素イオンやカチオン伝導などを用いた固体電解質よりも、固体高分子型燃料電池などで用いられているパーフルオロスルホン酸系高分子等の陽イオン交換性物質等の水素イオン伝導性固体電解質を用いることが好ましい。また、陽イオン交換膜が水素を透過させるためには、水分が必要であるため、用いる電解質に応じて加湿ユニットなど反応性媒体に水分を供給する手段を設けることが好ましい。

## 【0039】

本発明で使用する可逆反応系の選択は、水素のように、解離されることによって電解質中をイオン伝導するもので、かつ電極や電解質に対して被毒作用がないものでなければならない。このような観点から使用できる反応系は、脱水素－水素化反応を伴う有機化学反応や、水素吸蔵合金などによる水素の脱離－解離吸着反応などが上げられる。また、貯蔵性の観点からは上記可逆反応系に関わる物質が凝縮性であるか、あるいは物理吸着、化学吸着などによって容易に貯蔵できることが必要である。

#### 【0040】

特に、有機化学反応を用いる場合は、反応物を液体または気体とすることができ、流動性を有する。これにより、吸熱、発熱反応を行う場合に、供給量を制御することで反応物の有する顕熱量を制御することができ、装置の速やかな発熱反応を容易に行わせることができる。

#### 【0041】

このような有機化学反応に用いられる可逆系としては、本発明では脱水素作用を受けるOH、CH結合を有する有機物が関与するものが好ましい。これらの代表例としては、アルコール／ケトン（アルデヒド）・水素系、飽和炭化水素／芳香族炭化水素・水素系、などがあげられる。

#### 【0042】

表1に、代表的な反応系の25℃における $\Delta G$ 、 $\Delta H$ 、 $T\Delta S$ 、 $\Delta G$ 、平衡定数Kを示す。なお、平衡定数Kは、 $K = \exp(-\Delta G/RT)$ で表される。（Rは気体定数で、8.31 J/kmolに相当）

#### 【0043】

【表1】

No.	反応式	T (°C)	$\Delta H$ (kJ)	$\Delta S$ (J)	$\Delta G$ (kJ)	$T\Delta S$ (kJ)	K
1	$(CH_3)_2CHOH(l) = (CH_3)_2CO(g) + H_2(g)$	25	100.533	244.618	27.6	72.89616	1.46E-05
2	$(CH_3)_2CHOH(l) = (CH_3)_2CO(l) + H_2(g)$	25	69.99	149.992	25.27	44.69762	3.74E-05
3	$cis-C_{10}H_{18}(l) = C_{10}H_8(l) + 5H_2(g)$	25	316.34	608.266	134.985	181.2633	2.23E-24
4	$CH_3OH(l) = CH_2O(g) + H_2(g)$	25	122.671	222.668	56.282	66.35506	1.38E-10
5	$CH_3CH_2OH(l) = CH_3CHO(g) + H_2(g)$	25	110.625	234.342	40.756	69.83392	7.23E-08
6	$CH_3OH(l) + H_2O(l) = CO_2(g) + 3H_2(g)$	25	130.896	409.082	8.929	121.9064	2.73E-02
7	$CH_3COOH(g) = 2CO(g) + 2H_2(g)$	25	128.955	355.607	22.931	105.9709	9.60E-05
8	$CH_3COOH(l) = 2CO(g) + 2H_2(g)$	25	263.006	496.85	114.87	148.0613	7.47E-21
9	$C_6H_{12}(l) = C_6H_6(l) + 3H_2(g)$	25	195.33	324.185	98.674	96.60713	5.14E-18
10	$2H_2O(l) = O_2(g) + 2H_2(g)$	25	571.66	326.607	474.282	97.32889	7.96E-84
11	$CO(g) + H_2O(l) = CO_2(g) + H_2(g)$	25	2.866	76.839	-20.044	22.89802	3.25E+03
12	$H_2S(g) = S(g) + H_2(g)$	25	20.502	-43.016	33.327	-12.8188	1.45E-06
13	$2CH_3SH(g) = (CH_3)_2S_2(g) + H_2(g)$	25	17.958	-49.43	32.695	-14.7301	1.87E-06
14	$CH_4(g) + O_2(g) = CO_2(g) + 2H_2(g)$	25	-318.633	83.768	-343.608	24.96286	1.60E+60
15	$CO_2(g) + 2H_2O(l) = CH_4(g) + 2O_2(g)$	25	890.292	242.839	817.89	72.366	2.01E+143
16	$CH_4(g) + 2H_2O(l) = CO_2(g) + 4H_2(g)$	25	253.027	410.375	130.674	122.2918	1.27E-23
17	$MgH_2 = Mg + H_2(g)$	25	76.149	132.269	36.713	39.41616	3.69E-07

表1で、本発明の使用条件に適した物質としては、No. 1～8の有機反応系、およびNo. 17の水素吸蔵合金系である。蓄熱には、物質が貯蔵できなければならないため、容易に凝縮するか、別途吸蔵反応等の可能性のある反応系である必要がある。水素は水素吸蔵合金で貯蔵することができるため、No. 1～5、17の反応系が特に好ましい。なお、No. 1とNo. 2の違いは、アセトンの相が異なっているもので、No. 2のほうが $\Delta H$ は小さくなっている。

## 【発明の効果】

## 【0044】

本発明により、家庭用給湯レベルの温熱を高い密度で貯蔵できる化学蓄熱方法を用い、放熱時に発生する電気を有効に利用できる蓄熱装置、蓄熱方法および熱源システムを提供できる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0045】

以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。

## 【0046】

## (実施の形態1)

図3に、本発明の実施の形態1の蓄熱装置の構成図を示す。図3に基づき、化2、化3の関係を利用した本実施の形態1の蓄熱装置の構成とともに動作について説明する。

## 【0047】

蓄熱時、流体流路10内には、太陽熱や電気ヒータやヒートポンプ給湯機等によって生成した温水が流通している。この温水はその他の熱媒体でもよく、例えばヒートポンプ等の冷凍サイクルにおいて加熱された冷媒でもよい。

## 【0048】

まず、蓄熱時の動作について説明する。バルブ2が開き、ポンプ3によって、原料タンク1から2-プロパノールが吸熱反応部5内に、吸熱反応部5の原料供給口4より供給される。吸熱反応部5では、流体流路10を流れる温水の熱が吸熱反応（脱水素反応）によって吸収され、2-プロパノールが、アセトンと水素に変換される。そして、アセトンと水素は、それぞれ6のコレクタA、7のコレクタBによって収集され、それぞれ8の生成物タンクA、9の生成物タンクBに貯蔵される。

## 【0049】

ここで、吸熱反応部5の内部の概略図を図4に示す。図4に示すように、吸熱反応部5の内部では、電極部15は、熱交換器11を介して流体流路10と熱的に接触している。そして、電極部15は、触媒付の作用極12、固体電解質13、および触媒付の対極14で構成されている。このとき、吸熱反応は、より流体流路10に近い作用極12で生じる。

## 【0050】

なお、図4に示すセパレータ16の空隙の空白部は、原料供給口4から流入した原料（2-プロパノール）やアノード反応生成物（アセトン）が流通して6のコレクタAに流通する。そして、セパレータ16の空隙の斜線部は、カソード反応生成物（水素）が流通して7のコレクタBに流通する。

## 【0051】

また、吸熱反応部5の内部では、流体流路10が、給水口17より入り、セパレータ16の背面に設けられた熱交換器11と熱交換しながら排水口18から出るように配置されている。

## 【0052】

なお、2-プロパノールおよびアセトンは、本発明の、可逆反応性媒体および他の反応生成物の一例である。また、原料タンク1、流体流路10、流体流路10を流れる温水が、それぞれ本発明の、反応性媒体用貯蔵部、加熱用流体流路、加熱用流体の一例である。また、8の生成物タンクAと9の生成物タンクBは、本発明の複数の反応生成物用貯蔵部の一例である。

## 【0053】

ここで、作用極12および対極14の触媒種としては、Pt、Ru、Irなどをカーボンやチタニアなどの導電性担体に担持したものを用いることができる。また、必要に応じて、吸熱反応部5内に電極部15を複数積層して設けてもよい。あるいは、吸熱反応部5のユニット自体を複数設けても構わない。

## 【0054】

次に、吸熱反応部 5 における吸熱反応について説明する。吸熱反応部 5 内に配置された流体流路 10 の部分に温水が供給されると、原料供給口 4 から吸熱反応部 5 内に 2-プロパノールが供給され、吸熱反応を開始する。

#### 【0055】

図 5 は、電極部 15 における吸熱反応の模式図を示している。2-プロパノールの吸熱反応が開始した時、電源および制御部 20 から  $\Delta G$  相当分あるいはそれ以下の電位が印加される。そして、流体流路 10 内を流れる温水から吸熱しながら、図 5 に示すようにアノードとカソードでそれぞれ化 2 および化 3 の右側への反応が進行し、6 のコレクタ A と 7 のコレクタ B から排出される。この段階で一部未反応の 2-プロパノールを含む化 2 によって生成されたアセトンと、化 3 によって生成された水素は分離され、それぞれ、6 のコレクタ A と 7 のコレクタ B から排出される。そして、これらの生成物は、それぞれ、8 の生成物タンク A と 9 の生成物タンク B に移行し、バルブ 21、バルブ 22 が閉じることで貯蔵される。なお、電源および制御部 20 は、本発明の補助エネルギー供給部の一例である。

#### 【0056】

ここで、9 の生成物タンク B は水素吸蔵合金で構成されており、水素を貯蔵するようになっている。ここで用いられる水素吸蔵合金は、室温で水素を吸脱着できる、例えば Ti-Mn 系や、V 系、CaNi 系などを用いることが好ましい。

#### 【0057】

なお、電源および制御部 20 に交流電源を用いる場合には、電源および制御部 20 に AC-DC 変換機能を内在させ、直流に変換して用いることになる。

#### 【0058】

次に、発熱反応部 26 における放熱時の発熱反応について説明する。図 6 に、発熱反応部 26 の内部の概略図を示す。

#### 【0059】

発熱反応部 26 では、被加熱流体流路 23 と電極部 25 が熱交換器 27 を介して接触している。8 の生成物タンク A からのアセトンが 46 の生成物供給部 A より、9 の生成物タンク B からの水素が 47 の生成物供給部 B より、それぞれ供給される。そして、電極部 25 における作用極 62 側で反応し、2-プロパノールを与えるとともに発熱し、被加熱流体流路 23 を流通する水を加熱するようになっている。

#### 【0060】

この時、発熱反応部 26 の反応生成物である 2-プロパノールは、図 3 に示すように、原料コレクタ 24 よりバルブ 28 を経由して再び原料タンク 1 に貯蔵される。この時の反応は、化 2 および化 3 の左側への反応であり、発熱と同時に発電が行われる。すなわち、化 1 の左側への反応は熱力学的に進行しやすい条件にあるため、吸熱反応部 5 で生成した反応生成物の水素が 47 の生成物供給部 B から供給され、他の反応生成物のアセトンが 46 の生成物供給部 A から供給されると、対極 64 上で生成物 B（水素）の化 3 の左側への反応が進行する。そして、水素イオンがプロトンとして固体電解質 63 を経由して作用極 62 側に移動し、化 2 の左側への反応によって原料（2-プロパノール）が生成される。

#### 【0061】

ここで、電極部 25 は、図 3 に示すように、電気端子 30 を経由して蓄電部 31 と接続されており、化 2 の左側への反応に伴う電子の流れによって発生した電気はそのまま蓄電部 31 で蓄電することができる。

#### 【0062】

なお、被加熱流体流路 23、被加熱流体流路 23 を流れる水、蓄電部 31、電気端子 30 が、それぞれ本発明の、被加熱用流体流路、被加熱用流体、蓄電手段、電気取り出し用端子の一例である。また、対極 64、作用極 62 が、それぞれ、本発明のアノード側電極、カソード側電極の一例であり、固体電解質 63 が、本発明の固体電解質膜の一例である。

#### 【0063】

発熱反応部 26 には熱容量があり被加熱流体流路 23 内の水を加熱するまでに時間を要する。そのために、発熱反応部 26 の作用極 62 などの一部あるいは全体にヒータなどの加熱手段（図示せず）を設け、蓄電部 31 から供給される電気により加熱するようにして、被加熱流体の加熱をより速やかに行うことができるようになっている。蓄電部 31 には、例えば、Ni-H 電池、Li 電池などの蓄電池や高容量キャパシタを出力に応じて用いることが可能である。なお、ここで設けた加熱手段は、本発明の吸熱反応部加熱手段の一例である。

#### 【0064】

蓄電部 31 からの電気出力は、吸熱反応部 5 における補助エネルギーとして吸熱反応時に利用することも可能である。この場合、発電時のジュール熱などによるロス分については、別途電源および制御部 20 から供給する。また、水素が貯蔵されている 9 の生成物タンク B の加熱に用いることで、発熱反応時における電極部 25 に対する水素の供給速度を確保することもできる。なお、蓄電部 31 に貯蔵された電気はこれらの目的以外にも用いることができる。

#### 【0065】

また、吸熱反応時に吸熱反応部 5 に加える補助エネルギーとしての電気エネルギー量は、図 1 に示す温度 T（ここでは室温）における  $\Delta G$  相当以下であればよい。さらに、圧力変化などによる平衡移動操作を加える場合は、より補助エネルギー量を小さくすることができる。

#### 【0066】

また、吸熱反応の生じる温度 T が変化する場合は、電源および制御部 20 に設けられた演算部で必要なエネルギー量を演算して設定することができるので、不必要なエネルギーを加える必要がなくなる。特に、できるだけ低温の熱を貯蔵するために、吸熱反応によって温度の低下しやすい吸熱反応部 5 の流れ方向に対して下流側の温度、とりわけ作用極 12 の温度を熱電対やサーミスタなどの温度検出手段（図示せず）によって検知して、必要なエネルギー量の演算に用いることが好ましい。

#### 【0067】

図 7 および図 8 は、本実施の形態 1 の蓄熱装置の別の構成の構成図を示している。

#### 【0068】

流体流路 10 は、図 3 では単純に吸熱反応部 5 にのみ接触しているが、図 7 に示すように、原料タンク 1 で熱交換を行った後、吸熱反応部 5 に接触するような構成にすると、吸熱反応部 5 に対して原料としての反応性媒体（2-プロパノール）が気化供給されることでポンプ 3 などを設置する必要性がなくなる。この場合は、吸熱反応部 5 に補助エネルギーとしての電気を印加して脱水素反応を進行させるタイミングを、例えば原料タンク 1 の温度を規定することで行い、必要以上の電気使用を削減することで効率的な蓄熱を行うことが可能になる。

#### 【0069】

また、図 8 に示すように、特に液体系生成物（この場合はアセトン）の貯蔵を行う 8 の生成物タンク A については、グラスウールやその他の断熱手段 32 によって外部と断熱することによって、外部が冷却された場合でも貯蔵中の生成物の放熱を抑制することが可能となる。さらに、顕熱として部分的に熱を貯蔵できるので、吸熱温度を高め設定でき、電極部 15 に供給する補助エネルギー量も削減することができる。

#### 【0070】

また、図 8 に示すように、図 3 の構成を、吸熱反応部 5 の対極 14 から発生する水素の流路について、7 のコレクタ B と 9 の生成物タンク B の間に、伝熱手段 41 によって原料タンク 1 と熱的に接触する熱交換器 29 を配置してもよい。このような構成にすることにより、吸熱反応部 5 で生成された水素の顕熱を回収して冷却するとともに、原料タンク 1 の加熱に用いることで、9 の生成物タンク B への貯蔵に伴う顕熱ロスを抑制することができる。また、熱交換器 29 を 9 の生成物タンク B にも接触させることによって、9 の生成物タンク B における水素吸蔵に伴う発熱も回収することができる。

## 【0071】

なお、陽イオン交換性ポリマーなどを固体電解質13に用いる場合、固体電解質13を加湿する必要がある。この場合、加湿装置を別途設けてもよく、より簡易には、原料としての反応性媒体（ここでは、2-プロパノール）に水を数%～50%程度含ませ、7のコレクタBと9の生成物タンクBの間に貯留部を設けることにより実施することができる。

## 【0072】

同様に、発熱反応部26の固体電解質63に陽イオン交換性ポリマーなどを用いる場合にも、固体電解質63を加湿する必要がある。この場合も、吸熱反応部5の場合と同様に加湿装置を別途設けてもよく、また、7のコレクタBと9の生成物タンクBの間に設けられた貯留部の水を、反応性媒体（ここでは、水素）に混合して発熱反応部26に供給するようにしてもよい。

## 【0073】

なお、本実施の形態1では、吸熱反応部5を備えた蓄熱装置としたが、本実施の形態1の蓄熱装置の発熱反応部26を利用して燃料電池にも応用することができる。この場合の燃料電池は、発熱反応部26内に配置された被加熱流体流路23を流れる水が加熱されることにより、発電時に発生する熱も取り出すことができる。つまり、電気エネルギーと同時に、熱エネルギーも取り出せる燃料電池を構成することができる。

## 【0074】

（実施の形態2）

本発明の実施の形態2の蓄熱装置について、図9および図10に基づいて構成とともに動作について説明する。本実施の形態2の蓄熱装置は、実施の形態1の蓄熱装置の吸熱反応部5が、発熱反応部を兼ねた構成となっている点が、実施の形態1の場合と異なっている。

## 【0075】

図9は、本実施の形態2の蓄熱装置の構成図を示しており、図9(a)、図9(b)は、それぞれ、蓄熱時および放熱時を示している。図9において、図3と同じ符号で示す部分は、図3と同一の部分である。図10は、吸熱反応部と発熱反応部とを兼ねた、本実施の形態2の蓄熱装置の反応部33の一構成図を示しており、図10(a)、図10(b)は、それぞれ、蓄熱時および放熱時を示している。

## 【0076】

反応部33は、実施の形態1の場合の吸熱反応部5と同様の構成であるが、図10に示すように、流体流路10とともに被加熱流体流路23もその内部に配置されている。反応部33の電極部75は、実施の形態1の場合の吸熱反応部5の電極部15と同様に、触媒付の作用極72、固体電解質73および触媒付の対極74で構成されており、蓄熱時の吸熱反応は、電極部75の作用極72で生じる。

## 【0077】

放熱時の発熱反応は、9の生成物タンクBから供給された水素が、対極74で解離活性化されて、固体電解質73を経由して作用極72に供給され、別途8の生成物タンクAから供給されるアセトンと作用極72で反応することによって生じる。この時、放熱は蓄熱よりも速やかに行われることがユーザにとって好ましい。そのため、流体流路10からの吸熱に比べて、被加熱流体流路23はより速やかに作用極72と熱交換して加熱される必要があるので、被加熱流体流路23は、流体流路10よりも作用極72の近傍に設けられている。

## 【0078】

なお、蓄熱時は被加熱流体流路23内の水などの流体が、放熱時には流体流路10内の流体が、実質的に静止しているように制御弁を設けて制御することが好ましい。ここで、流体流路10内の流体の流れを制御するために設ける制御弁、および被加熱流体流路23内の水の流れを制御するために設ける制御弁は、それぞれ本発明の、第一の制御弁および第二の制御弁の一例である。

## 【0079】

なお、図9では、流体流路10と被加熱流体流路23を別々に設けた構成としているが、両者を流れる媒体が同じ場合はこれらの流路を共通化しても構わず、流路方向や加熱箇所についても適宜選択することが可能である。

#### 【0080】

また、電極部75は、スイッチ42を切り替えることによって、電源および制御部20から電気端子30に接続が切り替えられ、発電分の電気が電気端子30を経由して蓄電部31で貯蔵される。そして、実施の形態1と同様に、その蓄電された電気を使用できるようになっている。なお、スイッチ42は、本発明の切替手段の一例である。

#### 【0081】

上記のように、本実施の形態2の蓄熱装置は、吸熱反応部と発熱反応部が同一化された反応部33の構成をとることによって、反応部33の体積および重量が減少するので、実施の形態1の蓄熱装置よりもさらにコンパクトな蓄熱装置を構成することが可能となる。

#### 【0082】

なお、放熱時の発電に伴い生じる、反応部33の電極部75におけるジュール熱等についても、作用極72を通じて被加熱流体流路23の加熱に用いることができる。

#### 【0083】

##### (実施の形態3)

本発明の実施の形態3の蓄熱装置について、図10および図11に基づいて構成とともに動作について説明する。本実施の形態3の蓄熱装置は、電気端子30が電熱変換部に接続されている点が、実施の形態2の場合と異なっている。なお、本実施の形態3の反応部33の構成は、実施の形態2の反応部33と同様の構成であり、図10がその構成図である。

#### 【0084】

図11は、本実施の形態3の蓄熱装置の構成図を示している。図11において、図9と同じ符号で示す部分は、図9と同一の部分である。電熱変換部34は、ヒータ、ペリチェ素子、ヒートポンプなどとすることができるが、本実施の形態3の蓄熱装置では、電熱変換部34をヒータとした場合について説明する。

#### 【0085】

蓄熱時の動作は実施の形態2と同様に行うが、放熱時は、反応部33の作用極72で発熱反応を生じさせ被加熱流体流路23を加熱する際に、同時に生じた電気をヒータである電熱変換部34に供給し、電熱変換部34を昇温する。電熱変換部34は、反応部33よりも上流側の被加熱流体流路23の部分を加熱することで、被加熱流体流路23内の流体の顕熱分をあらかじめ加熱でき、より速やかに必要な温度の温水などを供給することが可能となる。このように、放熱時に発生する発電分の電気エネルギーを加熱に利用した蓄熱装置を構成することができる。

#### 【0086】

また、電熱変換部34を、8の生成物タンクA、9の生成物タンクBのどちらか一方、あるいは両方に設けることも可能である。この場合、8の生成物タンクAおよび9の生成物タンクBから生成物を反応部33に供給する際に発生する気化熱、および顕熱分として、電熱変換部34で発生させる熱を用いることが可能である。また、電気端子30と電熱変換部34の間に蓄電部31を設けても構わない。

#### 【0087】

なお、電熱変換部34は、本発明の電熱変換手段の一例である。

#### 【0088】

このような構成とすることで、放熱時に発生する電気を熱利用時の被加熱物の加熱に利用し損失を減らすことで、蓄熱効率を上げることができる。

#### 【0089】

##### (実施の形態4)

本発明の実施の形態4の熱源システムについて、図12および図13に基づいて構成とともに動作について説明する。本実施の形態4の熱源システムは、実施の形態3の蓄熱装



置の電熱変換部 34 をヒートポンプとし、さらに冷熱貯蔵部を備えたシステムである。

【0090】

図 12 は、本発明の実施の形態 4 の熱源システムの構成図を示している。図 13 は、図 12 に示すヒートポンプ 65 の構成図を示している。図 12 において、図 11 と同じ符号で示す部分は、図 11 と同一の部分である。

【0091】

ヒートポンプ 65 は、基本的に図 13 に示すように、蒸発器 35、膨張弁 36、圧縮機 37、凝縮器 38 と、これらの間に冷媒を流通させる冷媒流路 45 から構成され、冷凍サイクルを形成しているものである。なお、図 12 では膨張弁 36、圧縮機 37、およびそれらをつなぐ冷媒流路 45 を省略し、蒸発器 35 と凝縮器 38 と、本発明の蓄熱装置との位置関係のみを示している。

【0092】

放熱時に、反応部 33 で発熱と同時に生成された電気をヒートポンプ 65 に用いることで、高いエネルギー効率で、蒸発器 35 で冷熱を、別の圧縮機 37 に接続された凝縮器 38 で温熱を、同時に発生させることができる。例えば、ヒートポンプ 65 を  $\text{CO}_2$  を冷媒としたヒートポンプとすることで、 $\text{CO}_2$  を圧縮機 37 で圧縮して凝縮器 38 で  $40 \sim 50^\circ\text{C}$  程度の熱を形成させるときに、膨張弁 36 を経由した後の蒸発器 35 では  $-2 \sim -4^\circ\text{C}$  の冷熱を生成させることができる。

【0093】

したがって、凝縮器 38 で形成された温熱を被加熱流体流路 23 の上流側に供給するとともに、蒸発器 35 で生成した冷熱を冷熱貯蔵部 39 で貯蔵し、別途必要に応じて供給することができる。

【0094】

なお、本実施の形態 4 の熱源システムに備えられる冷熱貯蔵部 39 は、例えば、氷などの潜熱蓄熱剤と熱交換器から構成されている、いわゆる氷蓄熱槽とすることができる。

【0095】

また、蓄熱時に流体流路 10 の温水を形成させる手段としてヒートポンプを使用する場合は、放熱時に用いるヒートポンプ 65 と共通にすることが好ましい。その場合は、例えば、流体流路 10 および被加熱流体流路 23 の両方に凝縮器 38 を設け、蓄熱時は流体流路 10 側に、放熱時は被加熱流体流路 23 側になるように流路の切り替えを行うようにする。

【0096】

また、より冷熱需要が多い場合は、冷熱貯蔵部 39 を大容量のものにして、温水を形成する手段としてヒートポンプ 65 を用いる際に生成される冷熱を貯蔵して用いてもよい。また、冷熱が不必要な場合は、冷熱貯蔵部 39 を省略し、冷熱をそのまま大気に放散する構成としても構わない。

【0097】

また、同様の効果はヒートポンプ 65 を用いる代わりに、ペリチェ素子を用いても得ることができる。

【0098】

以上の構成とすることで、蓄熱装置をより小型化するとともに、放熱時に発生する電気をを用いて高いエネルギー効率で温熱および冷熱を発生させ、冷熱を貯蔵することで需要に合わせて利用することを可能とし、蓄熱効率を上げることができる。

【0099】

なお、各実施の形態では、アルコール／ケトン（アルデヒド）・水素系の例として、2-プロパノール／アセトン・水素系を示しているが、基本的に  $\Delta H > 0$  の条件下（吸熱反応条件）で  $T \Delta S \geq \Delta G$  の条件を満たすもので、生成物の貯蔵性が適したものであれば使用することができる。例えば、2-プロパノールの代わりに、アルコールとしてメタノール、エタノール、ブタノールなど、または炭素数やポリアルコール類などの OH 基数が異なるものを使用条件に応じて用いても構わない。また、与える  $\Delta G$  はより大きくなるが、

飽和炭化水素／芳香族炭化水素・水素系を用いる場合は、シスデカリン／ナフタレン・水素系などを用いることも可能である。

【0100】

また、各実施の形態では有機化学反応について示したが、本発明の原理に則していれば、その他無機化学反応や水素吸蔵合金を用いた水素貯蔵反応を用いた系でも電気化学反応が併用できる系であればよく、液体状、懸濁液状、固体などで用いることができる。また、実施の形態1の場合、水素吸蔵合金のような固体のものに関しては、吸熱反応部5におけるアノード側の触媒付電極である作用極12の代わりに水素吸蔵合金を設け、原料タンク1と兼ねる形態を取ることができる。

【0101】

なお、各実施の形態では、吸熱反応を促進させるための補助エネルギーとして電気を用いたが、別途光反応などを併用しても構わない。

【産業上の利用可能性】

【0102】

本発明の、蓄熱装置、蓄熱方法および熱源システムは、家庭用給湯レベルの温熱をより高い密度で貯蔵できる化学蓄熱方法を用い、放熱時に発生する電気を有効に利用でき、蓄熱装置、蓄熱方法およびそれを用いた熱源システムに有用である。

【図面の簡単な説明】

【0103】

【図1】本発明の原理を説明するための、2-プロパノール／アセトン・水素反応の $\Delta H$ 、 $T\Delta S$ 、 $\Delta G$ の温度依存性を示す図

【図2】本発明の原理を説明するための、水の分解反応における $\Delta H$ 、 $T\Delta S$ 、 $\Delta G$ の温度依存性を示す図

【図3】本発明の実施の形態1における蓄熱装置の概略図

【図4】本発明の実施の形態1における蓄熱装置の吸熱反応部の概略図

【図5】本発明の実施の形態1における蓄熱装置の電極部における反応の模式図

【図6】本発明の実施の形態1における蓄熱装置の発熱反応部の概略図

【図7】本発明の実施の形態1における蓄熱装置の別の構成の概略図

【図8】本発明の実施の形態1における蓄熱装置の別の構成の概略図

【図9】本発明の実施の形態2における蓄熱装置の概略図

【図10】本発明の実施の形態2における蓄熱装置の反応部の概略図

【図11】本発明の実施の形態3における蓄熱装置の概略図

【図12】本発明の実施の形態4における熱源システムの概略図

【図13】本発明の実施の形態4における熱源システムに用いるヒートポンプの概略図

【符号の説明】

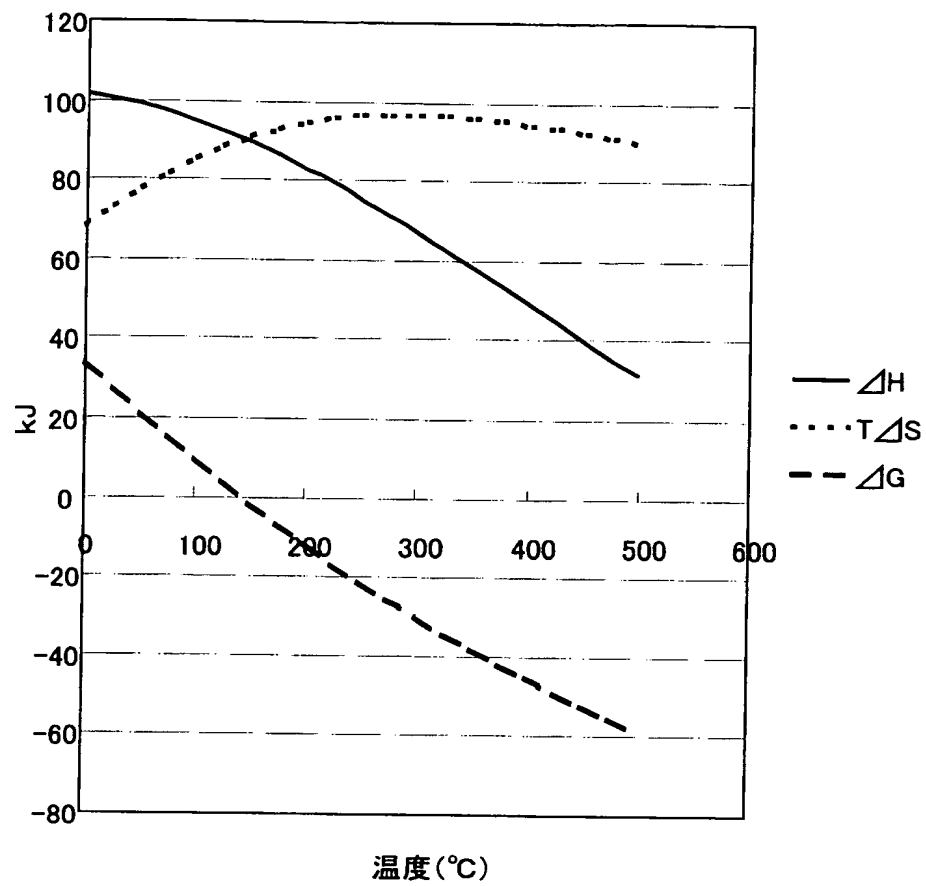
【0104】

- 1 原料タンク
- 2、21、22、28 バルブ
- 3 ポンプ
- 4 原料供給口
- 5 吸熱反応部
- 6 コレクタA
- 7 コレクタB
- 8 生成物タンクA
- 9 生成物タンクB
- 10 流体流路
- 11、27、29 熱交換器
- 12、62、72 作用極
- 13、63、73 固体電解質

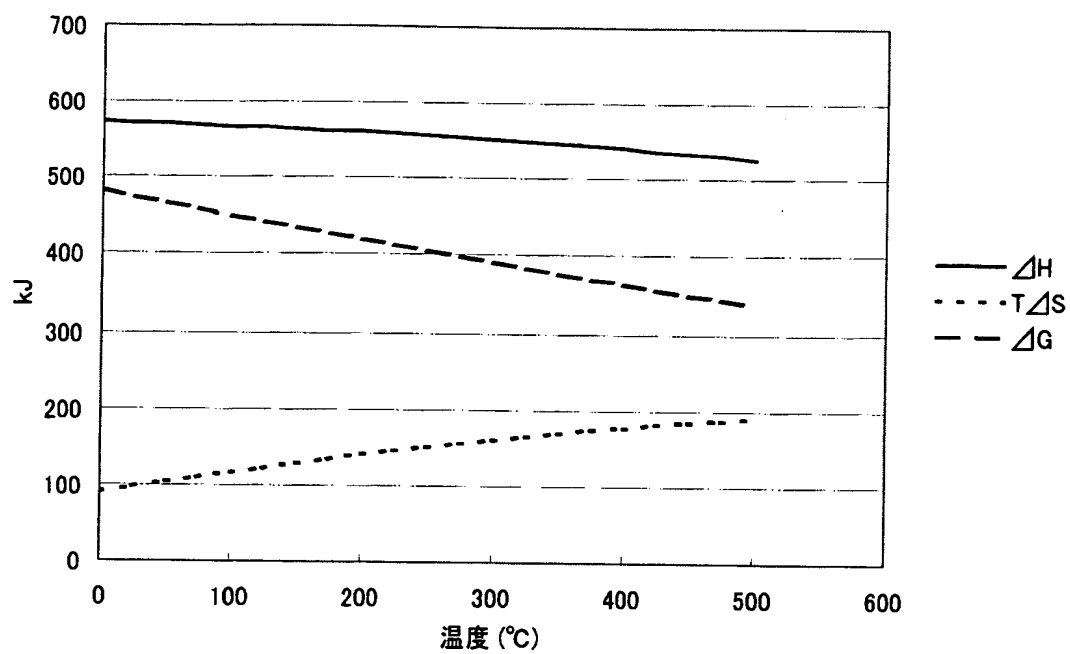
- 1 4、6 4、7 4 対極
- 1 5、2 5、7 5 電極部
- 1 6 セパレータ
- 1 7、4 3、6 0 給水口
- 1 8、4 4、6 1 排水口
- 2 0 電源および制御部
- 2 3 被加熱流体流路
- 2 4 原料コレクタ
- 2 6 発熱反応部
- 3 0 電気端子
- 3 1 蓄電部
- 3 2 断熱手段
- 3 3 反応部
- 3 4 電熱変換部
- 3 5 蒸発器
- 3 6 膨張弁
- 3 7 圧縮機
- 3 8 凝縮器
- 3 9 冷熱貯蔵部
- 4 1 伝熱手段
- 4 2 スイッチ
- 4 5 冷媒流路
- 4 6 生成物供給部 A
- 4 7 生成物供給部 B
- 6 5 ヒートポンプ

【書類名】 図面

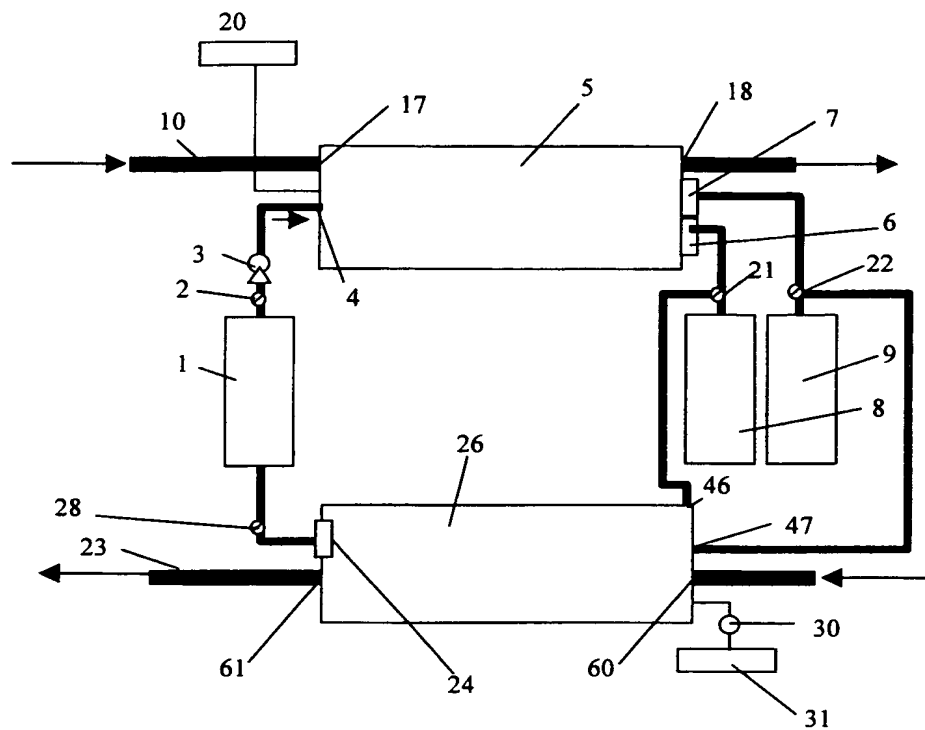
【図 1】



【図 2】



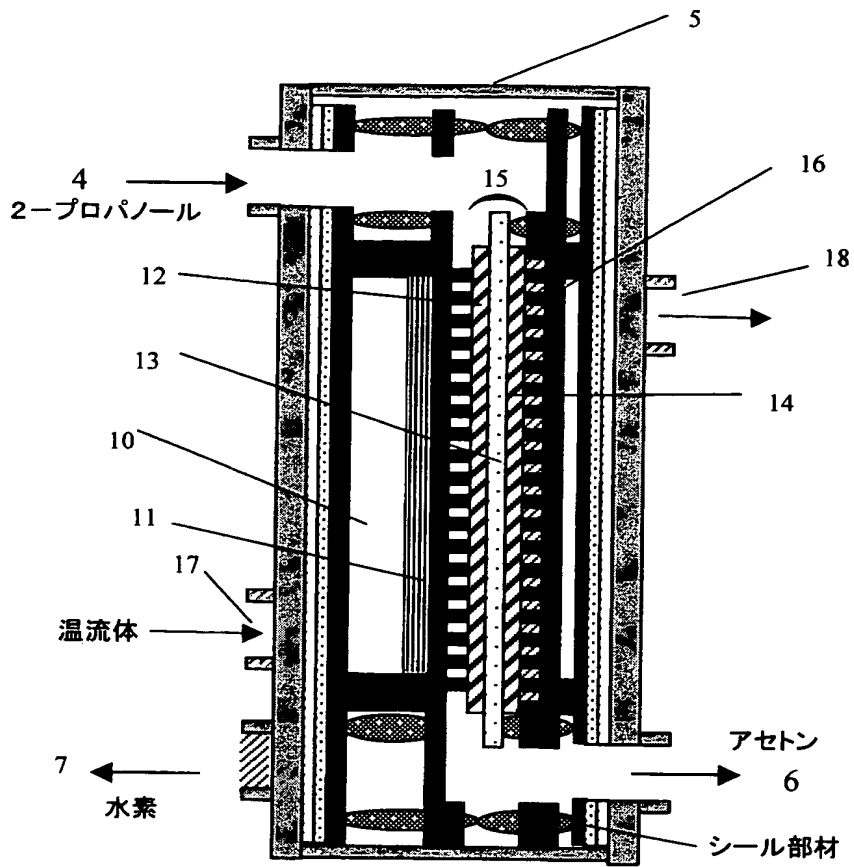
【図 3】



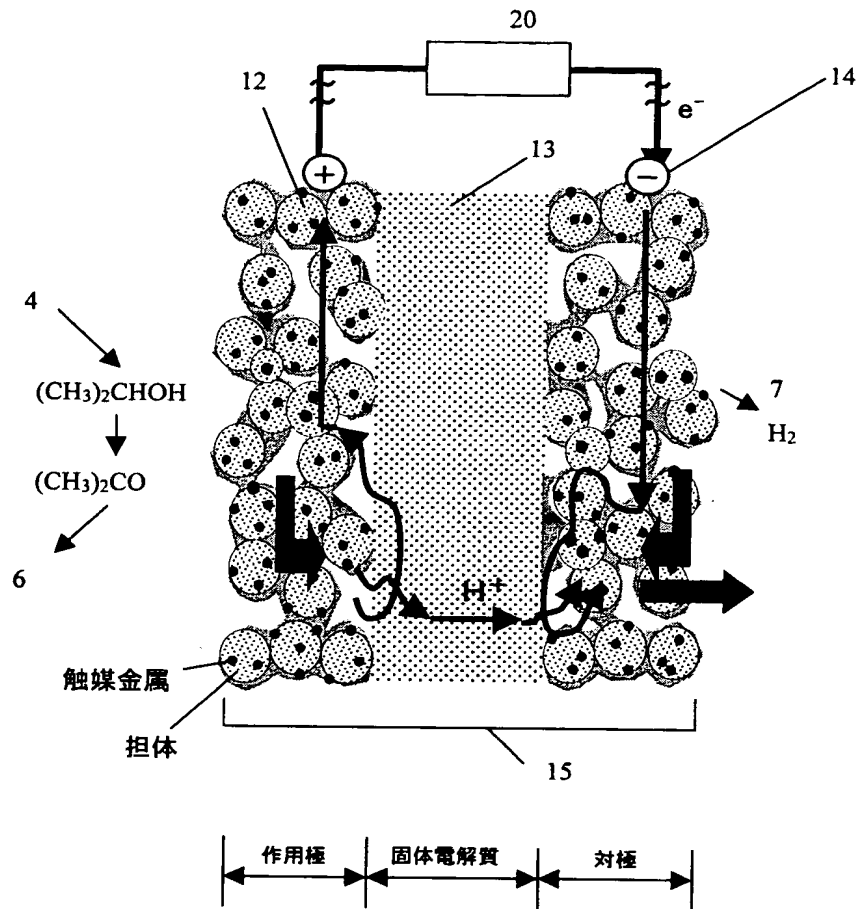
- 1 原料タンク
- 2、21、22、28 バルブ
- 3 ポンプ
- 4 原料供給口
- 5 吸熱反応部
- 6 コレクタ A
- 7 コレクタ B
- 8 生成物タンク A
- 9 生成物タンク B
- 10 流体流路

- 17、60 給水口
- 18、61 排水口
- 20 電源および制御部
- 23 被加熱流体流路
- 24 原料コレクタ
- 26 発熱反応部
- 30 電気端子
- 31 蓄電部
- 46 生成物供給部 A
- 47 生成物供給部 B

【図 4】

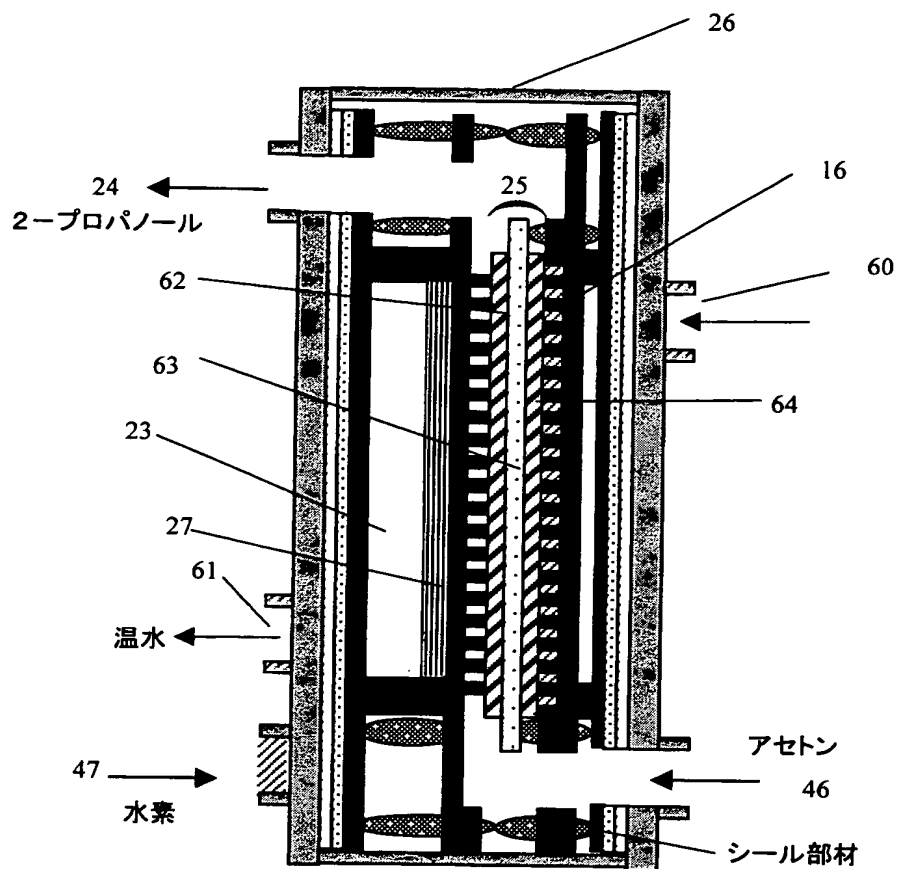


【図 5】

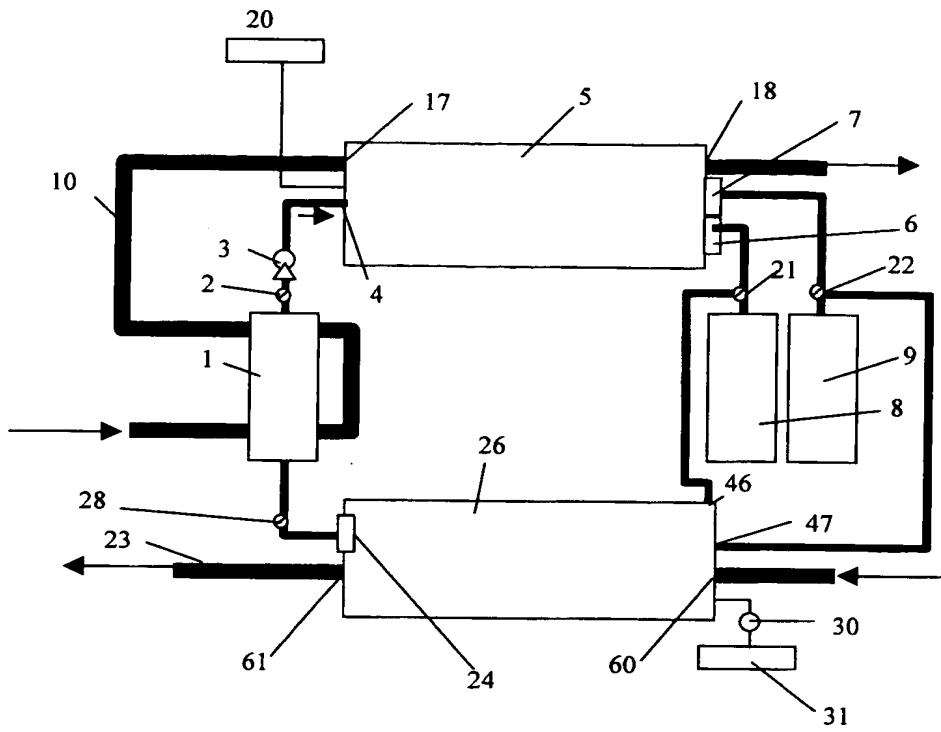




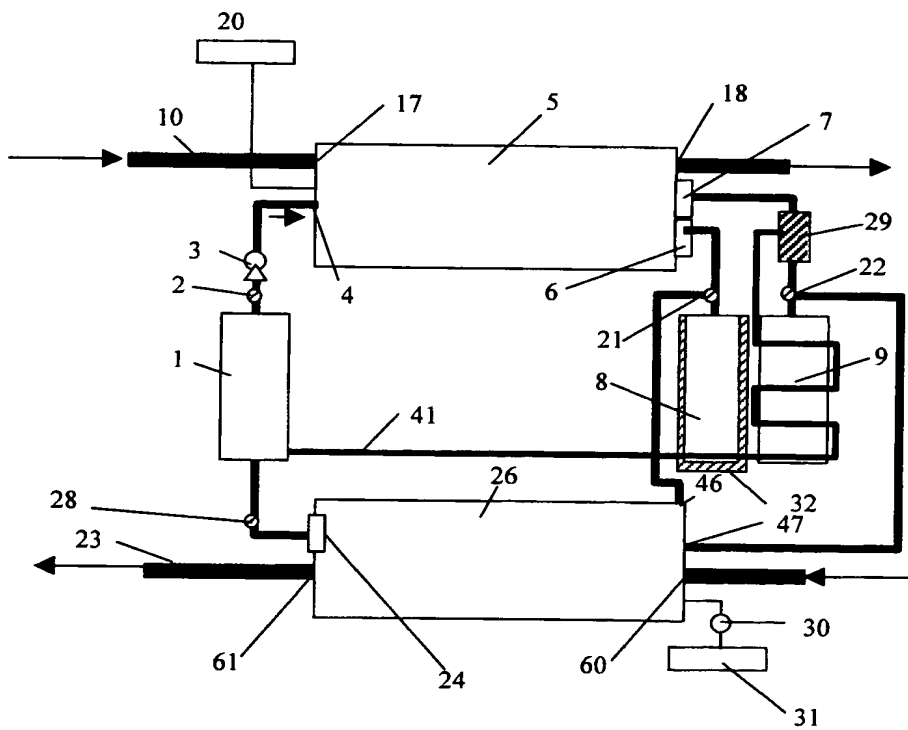
【図 6】



【図 7】

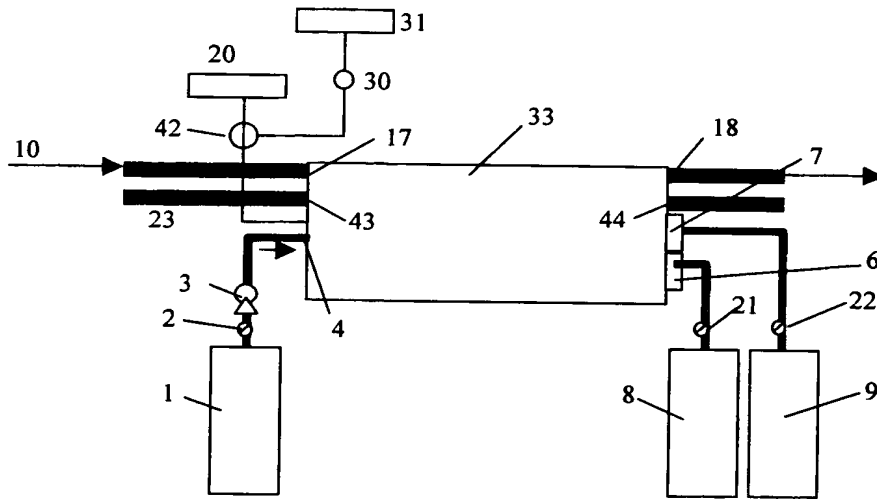


【図 8】

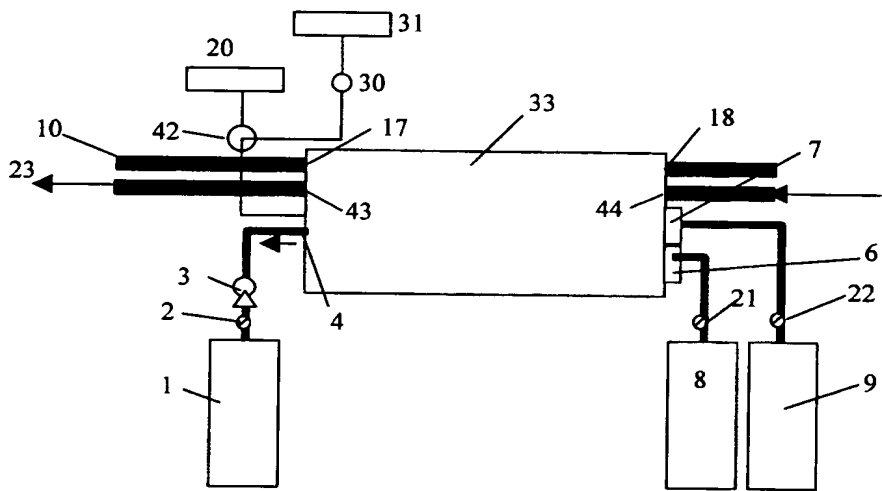


【図 9】

(a) 蓄熱時

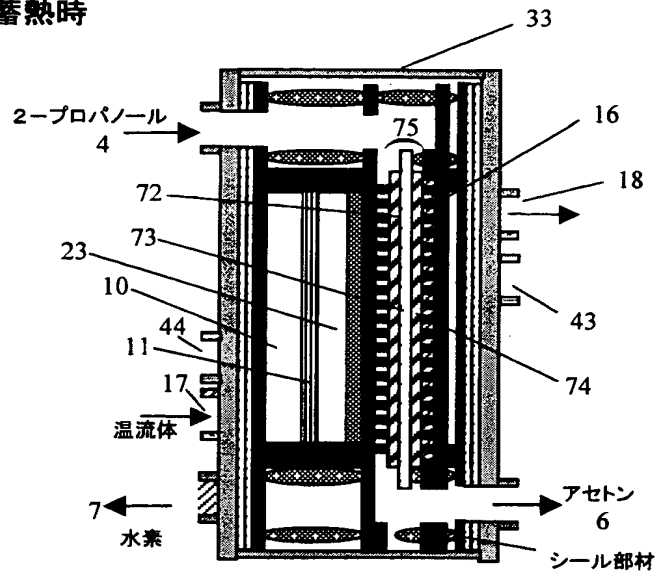


(b) 放熱時

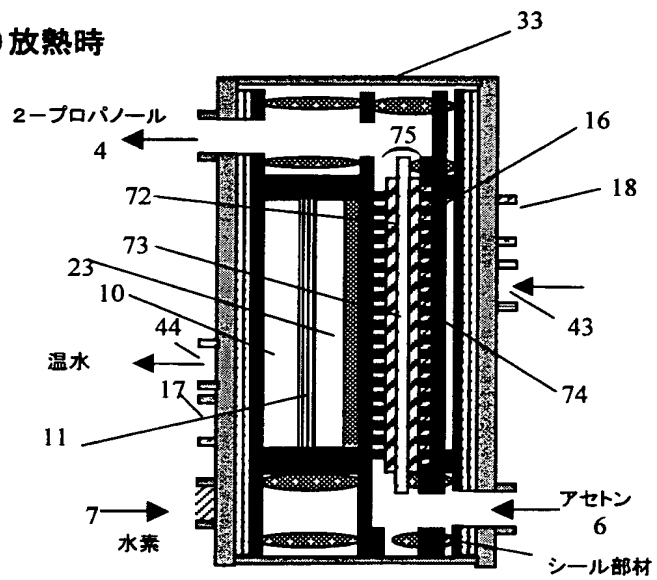


【図 10】

(a) 蓄熱時

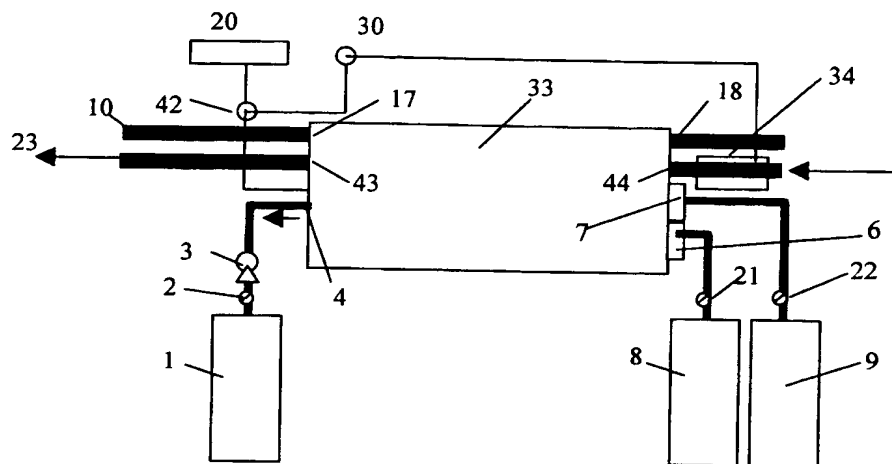


(b) 放熱時



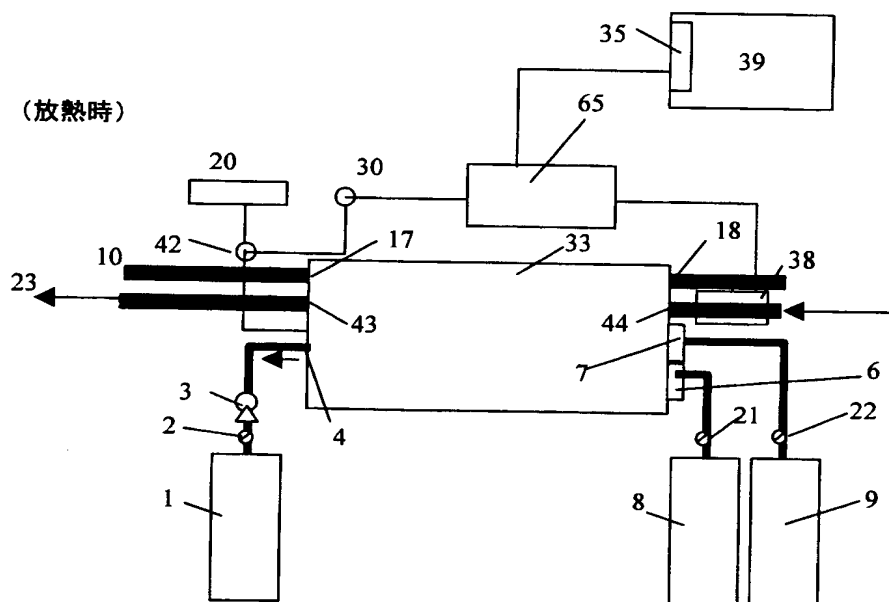
【図 11】

(放熱時)

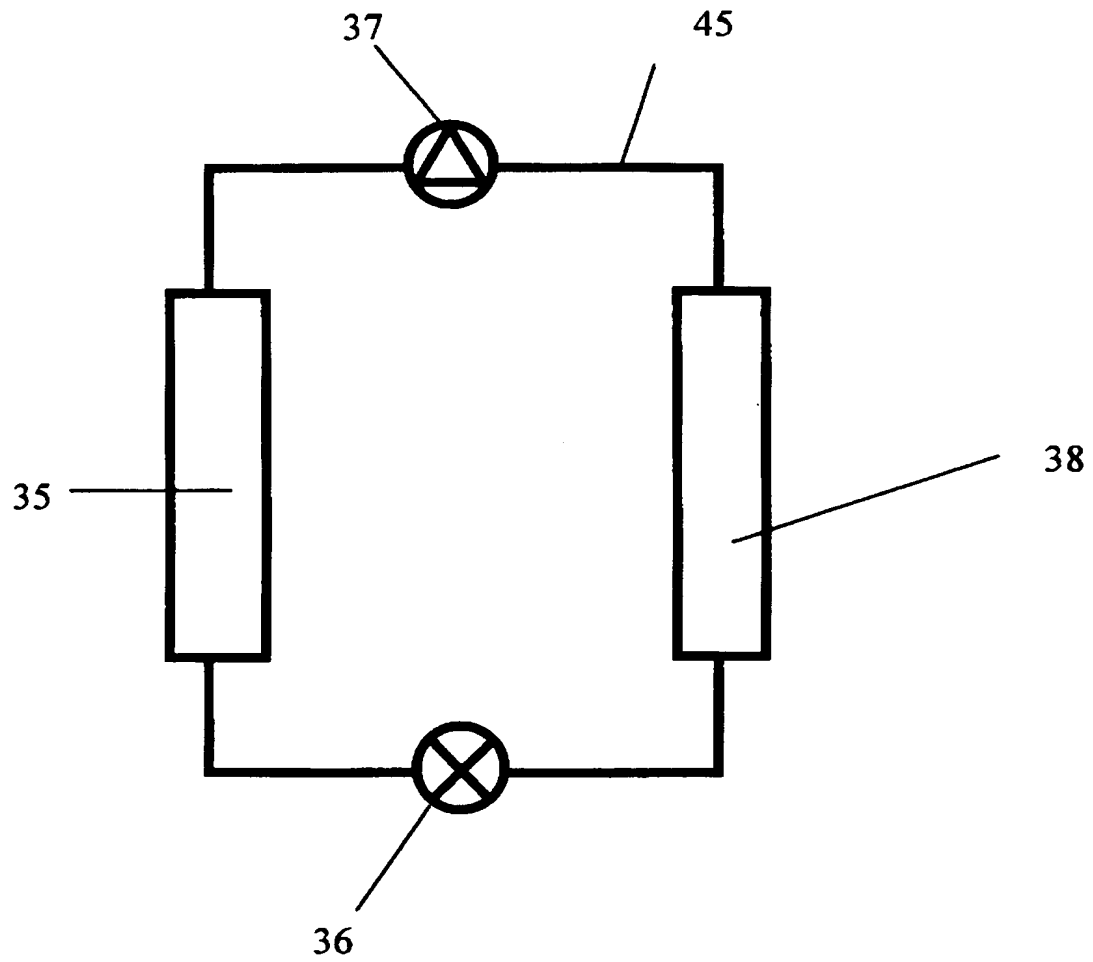


【図 12】

(放熱時)



【図 13】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 低温熱をより高密度に蓄熱でき、エネルギーを効率的に利用できる蓄熱装置と熱源システムが必要であった。

**【解決手段】** 吸熱反応と発熱反応の可逆反応を生じる可逆反応性媒体を加熱し、吸熱反応を生じさせる吸熱反応部 5 と、吸熱反応で生じた反応生成物に発熱反応を生じさせる発熱反応部 26 とを備え、可逆反応性媒体は、吸熱反応時に水素と他の反応生成物を生じ、発熱反応部 26 は、被加熱用流体が流通する被加熱用流体流路 23 の一部が配置され、触媒を有する電極が固体電解質膜の両側に配置された電極部と、両電極に接続された電気取り出し用端子 30 とを有し、アノード側電極に水素を、カソード側電極に他の反応生成物を供給することで、水素イオンが固体電解質膜内を通過してカソード側電極に移動し、電気取り出し用端子 30 に電気を発生させるとともに、カソード側電極で可逆反応性媒体が生成される際に発生する熱によって被加熱用流体を加熱する。

**【選択図】** 図 3

特願 2 0 0 3 - 2 7 5 3 3 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社